

Underwater motor-driven pump

Patent number: DE3642727
Publication date: 1988-06-23
Inventor: DUE JENSEN NIELS (DK); CHRISTENSEN JORGEN (DK); JENSEN PEDER (DK)
Applicant: GRUNDFOS INT (DK)
Classification:
- **international:** *F04D29/58; H02K5/128; H02K11/04; H02K17/30; F04D29/58; H02K5/12; H02K11/04; H02K17/02; (IPC1-7): F04D13/06; F04D15/00*
- **european:** F04D29/58P; H02K5/128C; H02K11/04C; H02K17/30
Application number: DE19863642727 19861213
Priority number(s): DE19863642727 19861213

Report a data error here

Abstract of **DE3642727**

The invention concerns an underwater motor-driven pump, consisting of an electric motor driving a pump coupled to it. The rotary speed and/or the torque of the pump can be varied by means of a solid-state frequency converter. By the use of large-scale integrated circuits and appropriate provisions for dissipating the heat losses of the frequency converter, the latter can be greatly miniaturised and located in a watertight, pressure-resistant enclosure. This enclosure forms a structural unit mechanically with the pump-motor set in such a way that the water pumped or to be pumped forms a heat sink for the heat losses to be dissipated.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑪ **DE 3642727 A1**

⑤① Int. Cl. 4:
F 04 D 13/06
F 04 D 15/00

②① Aktenzeichen: P 36 42 727.6
②② Anmeldetag: 13. 12. 86
②③ Offenlegungstag: 23. 6. 88

Behördeneigentum

DE 3642727 A1

⑦① Anmelder:
Grundfos International A/S, Bjerringbro, DK

⑦④ Vertreter:
Wilcken, H., Dr.; Wilcken, T., Dipl.-Ing.,
Pat.-Anwälte, 2400 Lübeck

⑦② Erfinder:
Due Jensen, Niels; Christensen, Jorgen; Jensen,
Peder, Bjerringbro, DK

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ **Unterwasser-Motorpumpe**

Die Erfindung betrifft eine Unterwasser-Motorpumpe, die aus einem Elektromotor besteht, der die mit ihm gekuppelte Pumpe antreibt. Die Drehzahl und/oder das Drehmoment der Pumpe kann mit einem statischen Frequenzumrichter verändert werden. Durch Anwendung hochintegrierter Schaltkreise und entsprechende Vorkehrungen für die Abfuhr der Verlustwärme des Frequenzumrichters läßt sich dieser weitgehend miniaturisieren und in einer wasserdichten und druckfesten Kapsel anordnen. Diese Kapsel wird mit dem aus Pumpe und Motor bestehenden Aggregat mechanisch zu einer baulichen Einheit verbunden, und zwar so, daß das geförderte oder zu fördernde Wasser eine Wärmesenke für die abzuführende Verlustwärme bildet.

DE 3642727 A1

Patentansprüche

1. Unterwasser-Motorpumpe, bestehend aus einem Elektromotor, der die mit ihm gekuppelte Pumpe antreibt, deren Drehzahl und/oder Drehmoment mit einem statischen Frequenzumrichter veränderbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß der durch Anwendung hochintegrierter Schaltkreise miniaturisierte Frequenzumrichter (6) in einer wasserdichten und druckfesten Kapsel (18) angeordnet und mit dem Aggregat (1, 2) mechanisch zu einer baulichen Einheit verbunden ist, derart, daß das geförderte oder zu fördernde Wasser eine Wärmesenke für die abzuführende Verlustwärme des Frequenzumrichters bildet.
2. Unterwasser-Motorpumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kapsel (18) mit dem Frequenzumrichter (6) als Modul außen am Aggregat (1, 2) oder innerhalb eines Raumes (17) im Aggregat angeordnet ist.
3. Unterwasser-Motorpumpe nach einem der Ansprüche 1 und 2, bei welcher der Elektromotor als Naßläufermotor ausgebildet ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Kapsel (18) mit dem Frequenzumrichter (6) in einem wassergefüllten Raum (17) des Motors (1) angeordnet ist.
4. Unterwasser-Motorpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Drehzahl oder das Drehmoment des Motors (1) vorprogrammierbar ist.
5. Unterwasser-Motorpumpe nach Anspruch 4, bei welcher das Ausgangssignal des Frequenzumrichters bei Betätigung von Schaltelementen veränderbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Schaltelemente (21) mittelbar von außen durch die Kapselwand mechanisch oder elektromagnetisch betätigbar sind.
6. Unterwasser-Motorpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die vorgesehene Arbeitstemperatur der Motorwicklungen (14) die höchstzulässige Leistung des Motors (1) bestimmt.
7. Unterwasser-Motorpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Kapsel (18) des Frequenzumrichters (6) wenigstens teilweise mit einer Füllung (22) als Wärmeleiter für die zur Kapseloberfläche hin zu führende Verlustwärme versehen ist.
8. Unterwasser-Motorpumpe nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Füllung (22) die Kapsel (18) in ihrer Form stabilisiert.
9. Unterwasser-Motorpumpe nach einem der Ansprüche 7 und 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Füllung (22) aus einem schüttfähigen Feststoff besteht.
10. Unterwasser-Motorpumpe nach einem der Ansprüche 7 und 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Füllung aus einer Flüssigkeit besteht.
11. Unterwasser-Motorpumpe nach einem der Ansprüche 7 und 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Füllung aus einem schüttfähigen Feststoff (22) und aus einer Flüssigkeit besteht, die einen Teil der Räume zwischen den Feststoffpartikeln zur Bildung eines Heat-Pipe-Systems ausfüllt, derart, daß die Flüssigkeit am Entstehungsbereich der Verlustwärme verdampft und der Dampf unter Abgabe von Kondensationswärme an der Kapselinnenfläche kondensiert.

12. Unterwasser-Motorpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß außen an der Kapsel (18) des Frequenzumrichters (6) Kontakte (24) vorgesehen sind, mit denen eine Steckverbindung zu ortsfesten Kontakten (25) zum Anschluß des Frequenzumrichters an die Energiequelle und an die Enden der Motorwicklungen (14) herstellbar ist.

13. Unterwasser-Motorpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Kreise des Frequenzumrichters (6) einzeln oder in Gruppen räumlich voneinander getrennt angeordnet sind.

14. Unterwasser-Motorpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die vom Ausgangskreis des Frequenzumrichters (6) gelieferte Betriebsgröße durch interne oder externe Signale gesteuert wird.

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Unterwasser-Motorpumpe, bestehend aus einem Elektromotor, der die mit ihm gekuppelte Pumpe antreibt, deren Drehzahl und/oder Drehmoment mit einem statischen Frequenzumrichter veränderbar ist.

Unterwasser-Motorpumpen, auch Tauchpumpen genannt, sind in der Regel vielstufige Kreiselpumpenaggregate. Sie werden vorzugsweise zum Fördern von Wasser aus größeren Tiefen bzw. Brunnen eingesetzt.

Da die Kosten zur Herstellung von Brunnen stark mit dem Durchmesser der hierfür erforderlichen Bohrung ansteigen, ist man bestrebt, den Wasserbedarf aus Brunnen mit möglichst kleinen Durchmessern zu decken. Der Brunnendurchmesser bestimmt wiederum den Außendurchmesser D der Kreiselpumpen. Nun gelten für alle Kreiselpumpen die nachfolgend erwähnten und allgemein bekannten Modellgesetze, in denen das Formelzeichen n für die Drehzahl steht:

$$\begin{aligned} \text{Förderstrom} & Q \sim n \cdot D^3 \\ \text{Förderhöhe} & H \sim n^2 \cdot D^2 \\ \text{Leistung} & P \sim n^3 \cdot D^5 \end{aligned}$$

Die genannten Beziehungen zeigen nicht nur den großen Einfluß der Drehzahl n auf die hydraulischen Leistungsdaten einer Kreiselpumpe. Sie zeigen nämlich auch, daß die Förderhöhe H einer Pumpenstufe begrenzt ist, wenn die Drehzahl n und der Bohrungsdurchmesser sowie damit der Durchmesser D festgelegt sind.

Die Förderhöhe einer Pumpenstufe ist relativ niedrig. Sie liegt zum Beispiel bei 4"-Aggregaten mit Drehzahlen von 2900 l/min zwischen 4 und 6 m. Hieraus folgt, daß Pumpen normalerweise der geforderten Förderhöhe wegen vielstufig gebaut werden müssen. Man findet deshalb in der Praxis Pumpenaggregate mit 100 und mehr Stufen, so daß diese dann eine Baulänge von etwa 7 m und mehr haben werden.

Wenn man die Drehzahl des Pumpenaggregates zum Beispiel auf den doppelten Wert steigert, kommt man bei gleicher Förderhöhe mit einem Viertel der sonst benötigten Stufenzahl aus. Die Drehzahl ist bei den hier üblicherweise eingesetzten Asynchronmotoren wirtschaftlich aber nur durch eine Frequenzänderung zu beeinflussen, d.h., zur Verminderung der Stufenzahl müssen die Aggregate über Frequenzumrichter angetrieben werden.

Ein weiterer Vorteil durch Anwendung von Fre-

quenzumrichter ist auch der, daß die Drehzahl frei gewählt werden kann und daß mit dem Pumpenaggregat verschiedene Drosselkurven gefahren werden können, womit die Zahl der sonst erforderlichen Pumpentypen reduziert werden kann. Schließlich läßt sich in Verbindung mit einer Drehzahlregelung die Pumpenleistung im wesentlichen verlustlos auf eine zeitlich veränderliche Anlagenleistung einstellen, was zu beachtlichen Einsparungen an elektrische Antriebsenergie führen wird.

Die heute üblichen und extern angeordneten statischen Frequenzumrichter sind kastenförmige Geräte, die im Leistungsbereich bis zu etwa 100kW ihre Verlustwärme meist durch freie Konvektion an die Umgebung abführen können. Aufgrund des schlechten Wärmeüberganges müssen die Oberflächen des Gerätes groß gehalten werden, so daß die Geräte auch entsprechend groß ausfallen, wenn man bedenkt, daß in einem Leistungsbereich bis zu 10 kW der durchschnittliche Raumbedarf eines Frequenzumrichters schon zwischen 0,005 und 0,01 m³/kW liegt.

Die Größe des Frequenzumrichters erlaubt es bisher nicht, diesen mit dem Pumpenaggregat zu verbinden. Bei der somit erforderlichen separaten Aufstellung treten durch relativ lange Leitungsverbindungen zwischen dem Frequenzumrichter und dem Pumpenaggregat Störungen durch fremde elektromagnetische Felder auf, was in Zukunft durch gesetzliche Regelungen zu einem größeren Aufwand hinsichtlich der Abschirmung führen wird. Ferner wird auch die Mobilität einer Pumpenanlage durch den großbauenden Frequenzumrichter eingeschränkt. Schließlich sind die Kosten des Frequenzumrichters zu bedenken, die im niedrigen Leistungsbereich den Preis des Pumpenaggregates meist übersteigen werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine mit einem Frequenzumrichter gesteuerte bzw. geregelte Unterwasser-Motorpumpe vorzuschlagen, die unter Vermeidung der vorher aufgezeigten Nachteile bei kleiner Bauweise billig herstellbar und universell einsetzbar ist und die aufgrund einer besonderen Art und Anordnung des Frequenzumrichters keine Probleme hinsichtlich der erforderlichen elektrischen Schirmung und der Abfuhr der Verlustwärme mit sich bringen wird.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß und ausgehend von der eingangs erwähnten Unterwasser-Motorpumpe dadurch gelöst, daß der durch Anwendung hochintegrierter Schaltkreise miniaturisierte Frequenzumrichter in einer wasserdichten und druckfesten Kapsel angeordnet und mit dem Aggregat mechanisch zu einer baulichen Einheit verbunden ist, derart, daß das geförderte oder zu fördernde Wasser eine Wärmesenke für die abzuführende Verlustwärme des Frequenzumrichters bildet.

Die Temperaturdifferenz zwischen der als Wärmequelle wirkenden Elektronik des Frequenzumrichters und der als Wärmesenke dienenden Umgebung einerseits und der Wärmewiderstand auf dem Weg von der Wärmequelle zur Wärmesenke andererseits bestimmen das Bauvolumen des Frequenzumrichters. Durch seine Anordnung im Wasser und an Orten, an denen mit einer Zwangskonvektion zu rechnen ist, vergrößert sich die Wärmeübergangszahl um mehr als zwei Zehnerpotenzen. Das Bauvolumen des Frequenzumrichters läßt sich damit auf einen Bruchteil eines bisher üblichen und extern aufgestellten Frequenzumrichters reduzieren. Eine weitergehende Miniaturisierung des Frequenzumrichters läßt sich, wie praktische Versuche inzwischen gezeigt haben, auch noch erreichen, wenn hochintegrierte

Schaltkreise und feldgesteuerte Transistoren für den Ausgangskreis verwendet werden. Auf diese Weise lassen sich dann bei ausreichender Abfuhr der Verlustwärme Frequenzumrichter bauen und für den hier vorgesehenen Zweck einsetzen, deren Größe je nach Leistung teilweise nur noch die Größe einer Streichholzschachtel haben werden. Hierdurch ergibt sich dann die Möglichkeit, den Frequenzumrichter an dem oder in das Aggregat einzubauen, und zwar in der Weise, daß er wegen des umgebenden Fluids in einer wasserdichten und druckfesten Kapsel untergebracht wird.

Die Kapsel mit dem Frequenzumrichter kann z.B. als Modul außen am Aggregat angebracht sein. Als ausgezeichnete Orte bieten sich die Enden des Pumpenaggregates oder seiner Teile an, also Frequenzumrichter als Verlängerung des Motors oder der Pumpe.

Andererseits kann die Kapsel in einem wassergefüllten Raum des Motors montiert werden, in dem durch die Drehbewegung des Rotors eine turbulente Strömung des Wassers erzeugt wird, die besonders hohe Wärmeübergangszahlen garantiert.

Durch ein Vorprogrammieren des Drehmomentes oder der Drehzahl der Pumpe, was durch eine variable Beschaltung des Frequenzumrichters erreicht werden kann, lassen sich mit einem einzelnen Aggregat auf Affinitätsparabeln verschobene Drosselkurven einstellen. Damit kann ein Aggregat eine größere Anzahl von Pumpen mit festen Drehzahlen ersetzen.

Ein weiterer Vorteil für den Hersteller oder den Anwender solcher Unterwasser-Motorpumpen ergibt sich dann, wenn das Ausgangssignal des Frequenzumrichters mittelbar durch von außen über die Kapselwand mechanisch oder elektromagnetisch betätigbare Schaltelemente verändert werden kann. Damit kann dann das Pumpenaggregat verlustlos an die jeweils geforderte Leistung angepaßt werden. Wenn dabei die vorgesehene Arbeitstemperatur der Motorwicklung zur Begrenzung der Motorleistung beispielsweise durch Feststellung dieser Temperatur über einen Sensor ausgewertet wird, kann man auf den sonst üblichen Motorschutzschalter verzichten, was als weiterer Vorteil hinsichtlich der Baukosten und Funktionssicherheit zu werten ist.

Da die Elektronik des Frequenzumrichters ebenfalls vorgegebene Temperaturgrenzen hat, sollte seine Kapsel wenigstens teilweise mit einer Füllung aus gut wärmeleitendem Material versehen werden, die als Wärmeleiter für die zur Kapseloberfläche hin zuführende Verlustwärme dient, so daß hohe Leistungen bei kleinem Bauvolumen möglich sind.

Bei tief im Wasser hängenden Pumpenaggregaten kann verständlicherweise der Außendruck auf die Kapsel beachtliche Werte erreichen. Wenn die Kapsel mit einem Feststoff ausgefüllt wird, insbesondere und auf einfache Weise mit einem schüttfähigen, druckstabilen und elektrisch isolierten Feststoff in Form eines Granulates, dann wird die Füllung die Kapsel durch Aufnahme der Druckkräfte in ihrer Form stabilisieren. Auf diese Weise wird es möglich, die Wandstärke der Kapsel und damit ihren Wärmewiderstand zu reduzieren. Ungeachtet dessen kann die Füllung natürlich auch aus einer elektrisch nichtleitenden Flüssigkeit oder einem Gemisch aus einer Flüssigkeit und einem Feststoff bestehen, die Isolierstoffe sein sollten, sofern sie in direkten Kontakt mit den elektronischen Bauteilen und deren Verbindungen des Frequenzumrichters gelangen können.

Eine beachtliche Leistungssteigerung des Frequenzumrichters bei kleinem Bauvolumen ist auch möglich,

wenn die Kapsel mit entsprechender Füllung als Heat-Pipe-System arbeitet. Hierbei handelt es sich im Prinzip um einen Wärmeaustauscher mit einem Hohlkörper, dessen Inhalt teilweise mit einer Flüssigkeit, gegebenenfalls zusätzlich auch noch mit einem Feststoff, ausgefüllt ist. Wenn die als Wärmequelle wirkende Elektronik durch entsprechende konstruktive Gestaltung in der Flüssigkeit liegt, dann verdampft die Flüssigkeit am Entstehungsort der Verlustwärme. Der Dampf kondensiert an den verhältnismäßig kälteren Oberflächen der Kapsel, gibt dabei als Wärmeträger die Wärmeenergie an die Kapselwände ab und fließt schließlich als Kondensat zur Wärmequelle zurück. Auf diese Weise wird die gesamte Kapseloberfläche als Wärmeaustauschfläche mit genutzt. Die Wärmeübergangszahlen bei Verdampfung und Kondensation sind so hoch, daß nun bei gleicher Temperaturdifferenz um Zehnerpotenzen höhere Wärmeleistungen als bei einer Wärmeleitung durch Feststoffe zu transportieren sind. Weiterhin ist zu erwähnen, daß die Heat-Pipe einen Diodeneffekt aufweist, d.h., daß die Wärme nur an den mit Flüssigkeit benetzten Wänden der Kapsel übertragen werden kann, was hinsichtlich der Konstruktion gewisse vorteilhafte Voraussetzungen mit sich bringt.

Im übrigen liegt ein Vorteil bei der Fertigung des Pumpenaggregates darin, daß der Frequenzumrichter als montagefertiges Modul hergestellt werden kann und einfach über Steckverbindungen mit der externen Energiequelle, den Statorwicklungen und etwaigen Sensoren verbunden werden kann.

Schließlich kann es auch von Vorteil sein, wenn der Frequenzumrichter in zwei gesonderten Baueinheiten hergestellt und örtlich getrennt angeordnet wird. In der Kapsel werden sich dann die Eingangs- und Ausgangskreise des Frequenzumrichters befinden. Bei einem spannungsgespeicherten Betrieb des Frequenzumrichters wird dann der Kondensator extern und gesondert montiert werden. Entsprechendes gilt für die Induktivität bei einem Frequenzumrichter, der mit Stromspeicherbetrieb arbeitet. Wenn im übrigen eine kombinierte Betriebsweise angewendet wird, können sowohl der Kondensator als auch die Induktivität getrennt außerhalb der Kapsel im Motor oder in der Pumpe angeordnet werden.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand einiger in der anliegenden Zeichnung schematisch und vereinfacht dargestellter Ausführungsbeispiele näher beschrieben. Es zeigt:

Fig. 1 Die Seitenansicht einer Unterwasser-Motorpumpe mit verschiedenen Möglichkeiten für die Anbringung des Frequenzumrichters,

Fig. 2 einen Längsschnitt durch einen Unterwasser-Motor und

Fig. 3 einen der Fig. 2 entsprechenden Längsschnitt durch einen Unterwasser-Motor, jedoch mit anderer Anordnung und Ausbildung des Frequenzumrichters.

Die Unterwasser-Motorpumpe nach Fig. 1 ist an sich bekannt und besteht aus dem Elektromotor 1 und der mit ihm fest gekuppelten Kreiselpumpe 2, die hier aus mehreren Pumpenstufen 3 besteht. Zu jeder Pumpenstufe gehört bekanntlich ein Laufrad sowie ein Leitapparat, die von der Pumpenkammer umschlossen sind. Die Pumpenstufen 3 sind im allgemeinen scheibenförmige Bauelemente, die übereinander angeordnet und gegeneinander verspannt werden.

Das zu fördernde Wasser wird durch einen Einlaufteil 4 in die Pumpe 2 gesaugt, es durchläuft dann die in Serie geschalteten Pumpenstufen 3 und verläßt die letzte

Pumpenstufe mit entsprechend hohem Druck durch das Rohr 5.

In der Darstellung gemäß Fig. 1 ist der Frequenzumrichter 6, der zur Verdeutlichung und im Unterschied zu den Pumpenstufen 3 mit einer Kreuzschraffur versehen ist, zwischen dem Einlaufteil 4 und der Pumpe 2 angeordnet. Der Frequenzumrichter wird über die Leitung 7 an die Energiequelle — das kann die übliche Netzspannung oder ein Sonnenkollektoraggregat sein — angeschlossen. Die abgeschirmte Leitung 8 verbindet den Ausgangsteil des Frequenzumrichters 6 elektrisch mit den hier nicht dargestellten Statorwicklungen des Motors 1. Abweichend von der Darstellung können übrigens die Leitungen 7 und 8 intern durch das Aggregat geführt sein, so daß sie nicht zu einer Vergrößerung des Außendurchmessers führen werden.

Ein weiterer und besonders geeigneter Ort zur Montage des Frequenzumrichters ist auch das Oberende der Pumpe 2. In diesem Fall wird das Rohr 5 dann durch den gestrichelt angedeuteten Frequenzumrichter 6a geschoben. Weitere Möglichkeiten zur Anbringung des Frequenzumrichters sind gemäß Fig. 1 die stirnseitigen Enden des Motors 1. Also kann der Frequenzumrichter 6b am oberen Ende oder der Frequenzumrichter 6c am unteren Ende des Motors 1 angeordnet werden.

Von besonderer Bedeutung bei allen vorerwähnten Fällen der Anbringung des Frequenzumrichters ist es, daß dieser hinsichtlich seiner äußeren Abmessungen an die entsprechenden Abmessungen des Motors 1 bzw. der Pumpe 2 angepaßt sein sollte.

Die in den Fig. 2 und 3 dargestellten Längsschnitte durch den Unterwasser-Motor 1 zeigen Asynchronmotoren von üblicher Bauart, so daß hier nur kurz auf die wesentlichen Bauteile eines solchen Motors eingegangen werden soll. Es handelt sich hier um Naßläufer-Motoren mit einer Motorwelle 9, auf der das Blechpaket 10 des Rotors befestigt ist. Der mit Wasser gefüllte Rotorraum 11 ist über ein Spaltrohr 12 vom trockenen Statorraum 13 getrennt, der die Wicklungen 14 und das Statorblechpaket 15 aufnimmt.

Der in Anpassung an die Pumpenstufen 3 (Fig. 1) ebenfalls zylindrische Motormantel 16 ist den Fig. 2 und 3 entsprechend nach unten verlängert und bildet dort einen ebenfalls mit Wasser gefüllten Raum 17, der beispielsweise mit dem Rotorraum 11 über geeignete Verbindungen kommunizieren kann und in dem der Frequenzumrichter 6 untergebracht ist.

Das von Wasser umgebene Gehäuse des Frequenzumrichters 6 ist als wasserdichte und druckfeste Kapsel 18 ausgebildet und schließt beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 alle Bauteile dieses Frequenzumrichters ein, also die den Eingangs- und Ausgangskreis bildende Elektronik 19 sowie den Kondensator 20, der in diesem Fall als Zwischenkreis für einen spannungsgespeicherten arbeitenden Frequenzumrichter dient.

An der Innenwand der Kapsel 18 befinden sich Schaltelemente 21, die unter anderem mit der Elektronik 19 in Verbindung stehen und mittelbar von außen durch die Kapselwand mechanisch oder elektromagnetisch betätigt werden können, um die Drehzahl oder das Drehmoment des Motors vorprogrammieren zu können. Hierdurch besteht also die Möglichkeit, beispielsweise durch mechanische Verformung der Kapsel 18 entsprechende Schaltelemente von außen zu betätigen. Eine andere Möglichkeit ist darin zu sehen, daß die Schaltelemente von außen etwa mit einem Elektromagneten verstellbar werden, bevor die Kapsel mit dem Frequenzumrichter in ihre Einbaulage gebracht wird.

Wie schon eingangs erwähnt wurde, sollte die Kapsel des Frequenzumrichters wenigstens teilweise mit einer Füllung als Wärmeleiter versehen werden. Wenn die Kapsel vollständig mit einer Flüssigkeit und/oder einem Feststoff gefüllt wird, kann hierdurch eine Stabilisierung der Kapsel bei entsprechend hohen Drücken erreicht werden. Im übrigen kann die Füllung eingebracht werden, nachdem die Elektronik 19 in die Kapsel eingebracht ist, wobei ein Feststoff als Füllung schüttfähig sein sollte, um diesen leichter einbringen zu können. In den Fig. 2 und 3 ist dieser Feststoff 22 vereinfacht durch Kreise angedeutet worden.

Beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 ist die Elektronik 19 des Frequenzumrichters 6 über externe Leitungen 23 mit Steckkontakten 24 mit ortsfesten Kontakten 25 verbunden, die zum Anschluß des Frequenzumrichters an die Energiequelle, an die Motorwicklungen und etwaige Sensoren dienen. Wenn man die flexiblen Leitungen 23 vermeiden will, besteht natürlich auch die Möglichkeit, außen an der Kapsel 18 des Frequenzumrichters feste Kontakte anzubringen, so daß der Frequenzumrichter nach Art eines Einschubes mit entsprechenden Gegenkontakten verbunden werden kann.

Der in Fig. 3 gezeigte Unterwasser-Motor 1 ist im Prinzip genau so aufgebaut wie der in Fig. 2 gezeigte, so daß zu dessen Beschreibung nur auf die vorstehende Beschreibung des Motors nach Fig. 2 Bezug genommen werden soll.

Im Unterschied hierzu ist aber der Frequenzumrichter 6 gemäß Fig. 3 nicht mit allen seinen Bauteilen in der Kapsel 18 angeordnet. Weiterhin handelt es sich bei diesem Frequenzumrichter um einen solchen, der stromgespeichert mit einer Induktivität 26 als Zwischenkreis arbeitet, die in diesem Fall im Statorraum 13 in Form einer Ringspule angeordnet ist, während sich der Eingangskreis und der Ausgangskreis in der Kapsel 18 befinden. Der Vorteil einer solchen Lösung ist darin zu sehen, daß der Frequenzumrichter 6 weiter in seiner Baugröße reduziert werden kann und daß gegebenenfalls die von der Ringspule 26 eingeschlossenen Metallteile den erforderlichen Eisenkern der Spule bilden können.

In entsprechender Weise ist es natürlich auch möglich, den in der Fig. 2 gezeigten Kondensator des Frequenzumrichters außerhalb der Kapsel 18 anzuordnen. Gleiches gilt im Hinblick auf Sensoren, die den Betrieb des Frequenzumrichters steuern. Wenn diese Sensoren beispielsweise auf die Temperatur der Elektronik des Frequenzumrichters ansprechen sollen, werden sie verständlicherweise innerhalb der Kapsel 18 angeordnet. Falls allerdings die Sensoren auf externe Betriebsbedingungen, wie beispielsweise die Temperatur der Motorwicklungen, ansprechen sollen, werden die Sensoren entsprechend extern angeordnet.

Wenn der Eingangskreis des Frequenzumrichters nicht aus dem üblichen, an das elektrische Versorgungsnetz angeschlossenen Gleichrichterkreis besteht, sondern beispielsweise aus einem Gleichspannung erzeugenden Sonnenkollektorsystem, wird dieses natürlich extern bzw. außerhalb der Kapsel angeordnet und über ein geschirmtes Kabel mit dem Zwischenkreis des Frequenzumrichters verbunden. Im übrigen sind alle wesentlichen und von Störstrahlung beeinflussbaren Teile des Frequenzumrichters auch schon dadurch ausreichend abgeschirmt, wenn die Kapsel aus Metall besteht und weiterhin das metallische Gehäuse des Motor und/oder der Pumpe für eine einwandfreie Schirmung sorgt.

Weiterhin wird noch darauf hingewiesen, daß eine aus

Feststoffen bestehende Füllung der Kapsel nicht unbedingt schüttfähig sein muß. Es kommen also auch starre Gebilde als Füllung der Kapsel in Betracht, wobei diese offenzellig sein müssen, sofern gleichzeitig ein weiterer Teil der Füllung aus einer Flüssigkeit besteht. Außerdem muß es sich bei den Füllmaterialien nicht unbedingt um elektrische Isolierstoffe handeln, wenn dafür gesorgt wird, daß die elektronischen Bauteile des Frequenzumrichters und deren elektrische Verbindungen mit einer Isolierschicht abgedeckt werden.

Die vom Ausgangskreis des Frequenzumrichters gelieferte Betriebsgröße kann auch durch interne oder externe Signale gesteuert werden. Zu diesem Zweck werden dem Frequenzumrichter interne Sensoren, wie beispielsweise auf Strom, Spannung oder Temperatur ansprechende Sensoren, oder externe Sensoren und Stellglieder zugeordnet, die an die Steuerung des Frequenzumrichters angeschlossen werden. Solche externen Sensoren können beispielsweise auf Druck, Volumenstrom und Temperatur der Pumpe ansprechen. Externe Stellglieder können beispielsweise Zeitglieder sein, mit denen bestimmte Betriebsweisen des Frequenzumrichters für vorgegebene Zeiträume ein- oder abgestellt werden können.

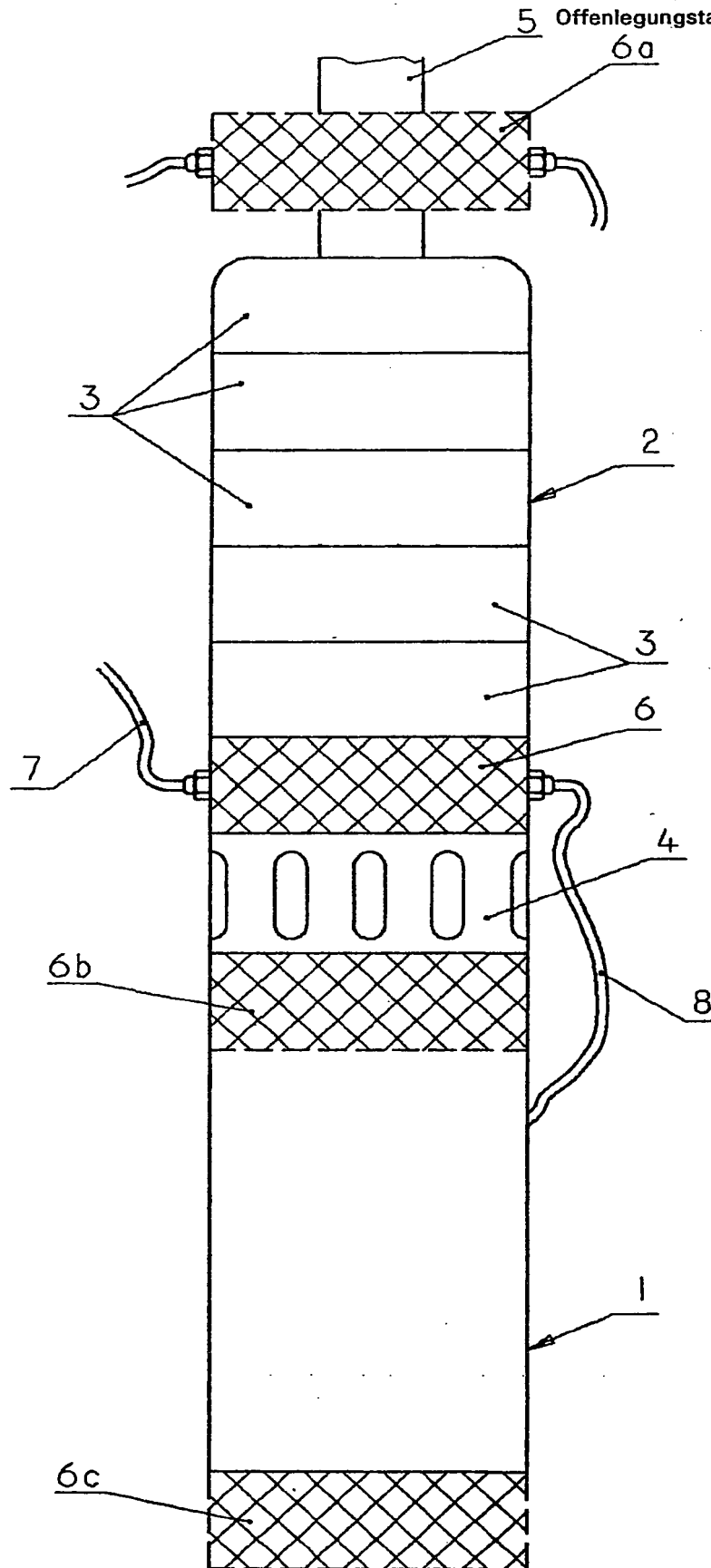
Abschließend wird noch bemerkt, daß unter dem Begriff "Frequenzumformer" nicht nur solche mit einem Eingangs-, Zwischen- und Ausgangskreis zu verstehen sind, sondern auch sogenannte Direktumformer, die bekanntlich ohne Zwischenkreis arbeiten.

Nummer:
Int. Cl.4:
Anmeldetag:
Offenlegungstag:

36 42 727
F 04 D 13/06
13. Dezember 1986
23. Juni 1988

21

3642727



3642727

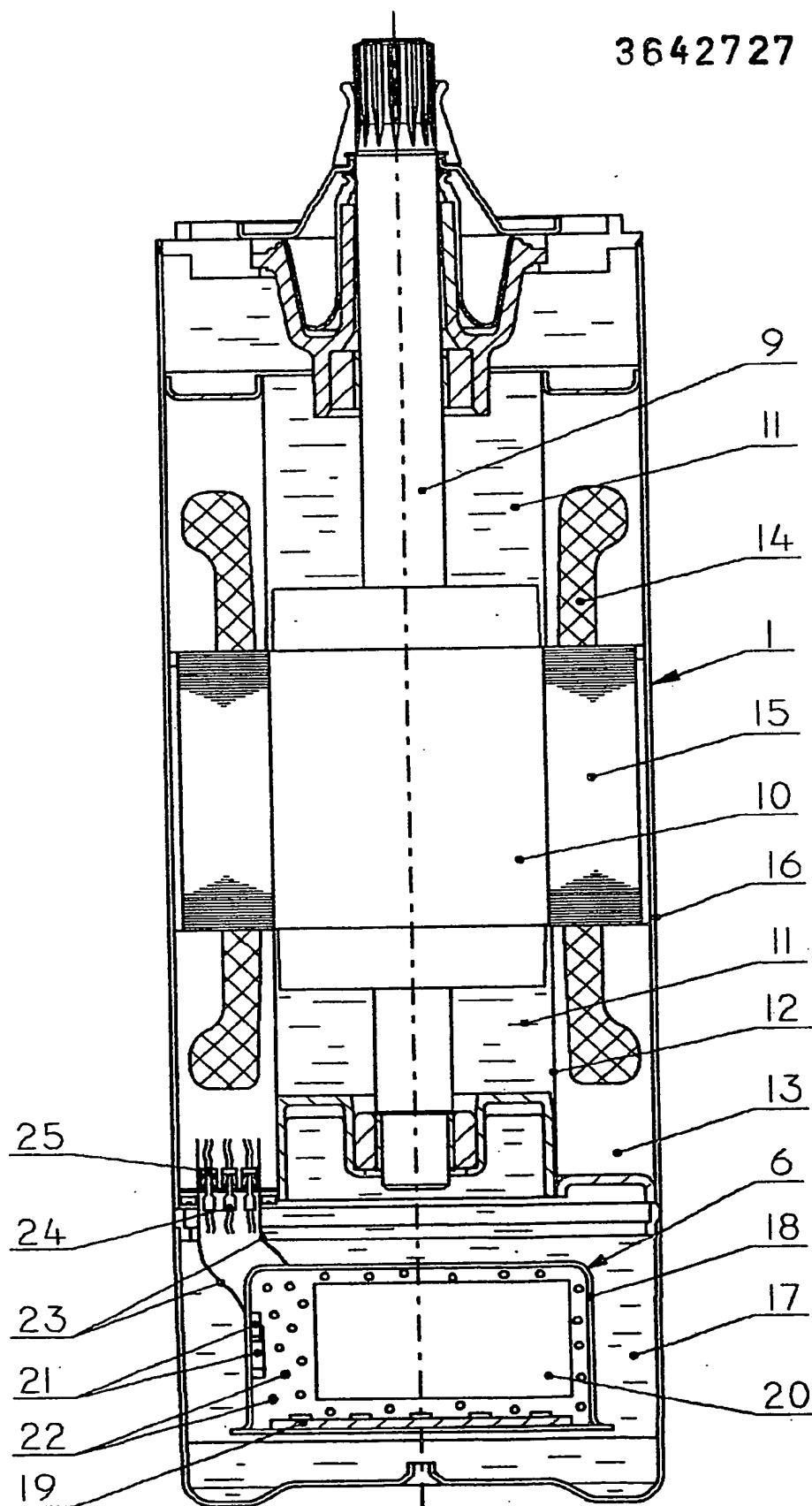


FIG. 2

3642727

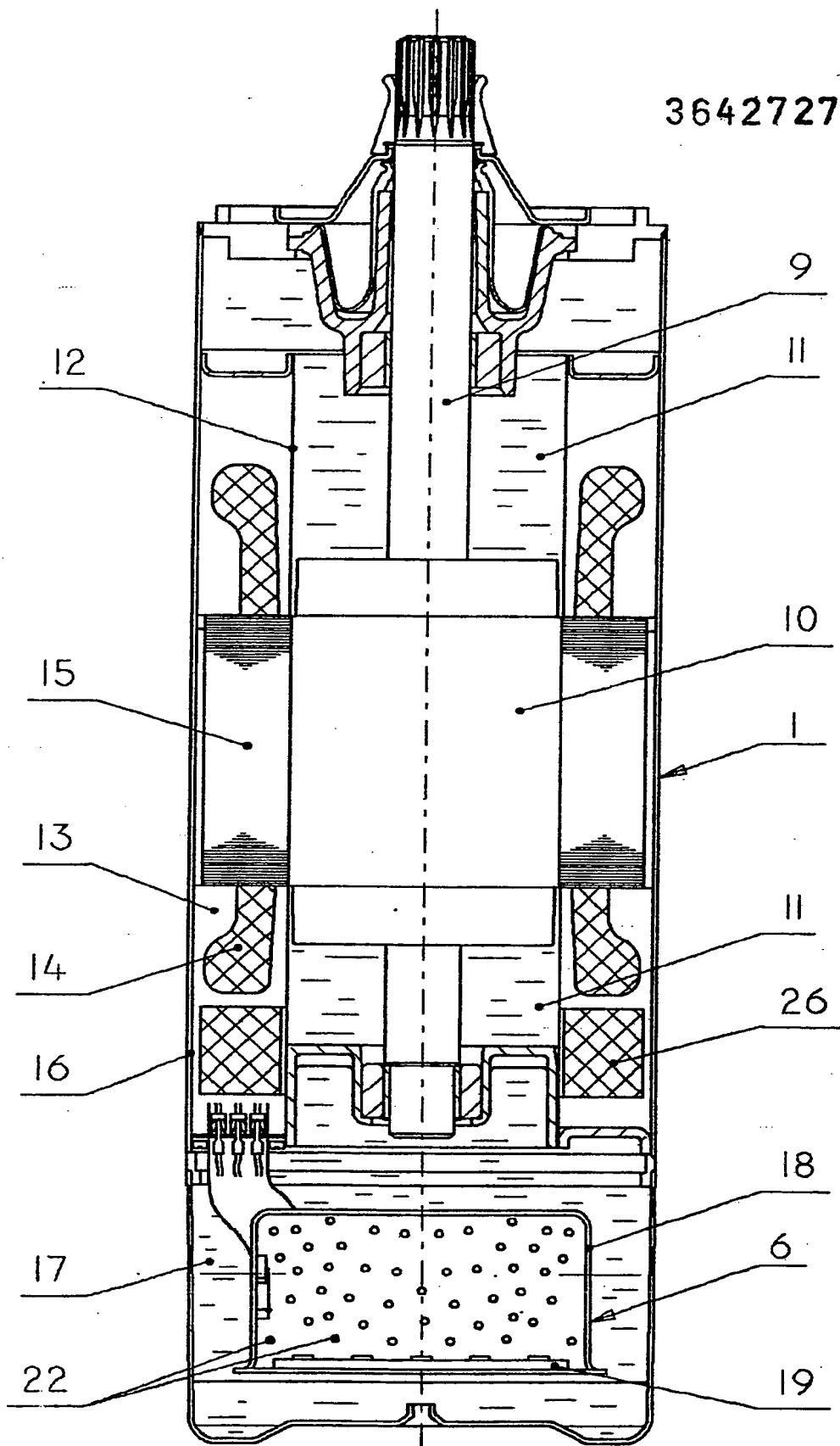


FIG. 3